

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 電気通信学研究科	量子・物質工専攻 博士前期課程
氏 名	山本 周太郎	学籍番号 0733056
論 文 題 目	酸素同位体置換した $\text{SrTi}^{18}\text{O}_3$ の強誘電的相転移と光学的性質	

SrTiO_3 (STO)は理想的なペロブスカイト構造を持つ物質として知られており、比誘電率は温度の降下と共に単調増加するが、極低温領域では分極の秩序化が量子揺らぎの効果のために抑制され、 $\epsilon \approx 2 \times 10^4$ の高い値を保ったままで発散せず強誘電性を示さない量子常誘電体として知られている。1999 年、STO の酸素 ^{16}O を同位体 ^{18}O で置換した STO18 が $T_c=24\text{K}$ 以下で強誘電性を示すことが発見された[1]。我々はこれまでに光学観察とラマンスペクトルの測定から強誘電相は微小強誘電的領域(FMR)が成長した粒状の強誘電的分域と量子常誘電性を持つ領域の混在した不均一な相であることを報告している[2]。本研究の目的はこの特異な不均一な相転移に伴う分域形成のメカニズムとその形状とサイズをラマン散乱分光法や光学的測定によって研究し、STO18 の強誘電性相転移のメカニズムを決定することである。

強誘電相の $Y(\text{ZX})\bar{Y}$ などの ZX、YZ の偏光で測定されたスペクトルには選択則に反して ZX 偏光にも、YZ 偏光にも A_2 モードと B_1 モードが共に観測される。これは強誘電相での自発分極 P の方位が X 軸方向と Y 軸方向である強誘電的分域が混在していることが原因と考えられる。入射光の直径を光学観察により観測した粒状分域の大きさの $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下にして $Y(\text{XZ})\bar{Y}$ の散乱配置でラマンスペクトルの場所依存性の測定を行った。図 1 に示すように B_1 と A_2 の明確な強度比の変化は観測されなかった。これはビーム径 $45\text{ }\mu\text{m}$ 比べて STO18 の強誘電的分域は十分小さいということを示している。

STO18 の Z 軸方向の透過光強度が $T_c = 24\text{K}$ 付近で急激に減衰することを見出した。この原因を粒状分域の散乱によるものと仮定して、透過光強度 I_T の波長依存性、後方散乱光強度 I_B の温度変化の測定を行い分域サイズの見積もりを試みた。図 2 に透過光強度 I_T と後方散乱光強度 I_B の温度変化を示す。試料の温度を下げると I_T は T_c から急激に減少し、 I_B は T_c から増加し始め 20K でピークをつくり低温に向けて緩やかに減少する。 T_c から始まる I_B の増大と I_T の減少は量子常誘電相の構造の中に微小な構造が現れたことを示唆している。強誘電相で粒径が波長に近づくと、等方的な Rayleigh 散乱から異方的な Mie 散乱になり前方散乱に対する後方散乱の比が減少するため I_B は 20K でピークをつくりその後緩やかに減少する。このことは I_T の減衰が緩やかになることに対応している。以上のことから粒状分域のサイズは FMR のナノサイズから Mie 散乱が支配的になる波長と同程度まで増大すると考えられる。

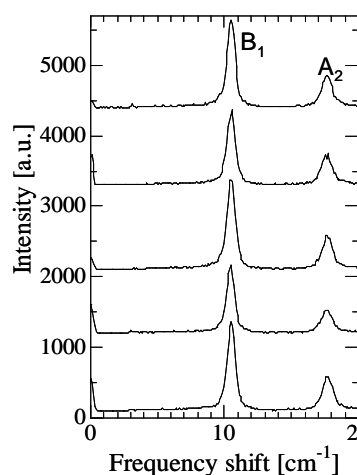


図 1: ZX 偏光でのラマンスペクトルの場所依存性。

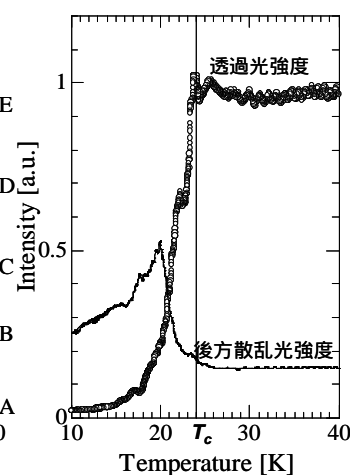


図 2 後方散乱光と透過光強度の温度変化。測定波長 514.5nm 。

[1] M. Itoh, et al., *Phys.Rev.Lett.* **82**, 3540 (1999).

[2] T. Shigenari, et al., *Phys.Rev.B* **74**,174121 (2006).